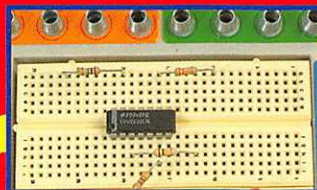
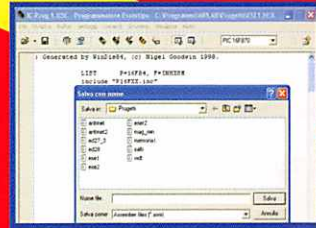
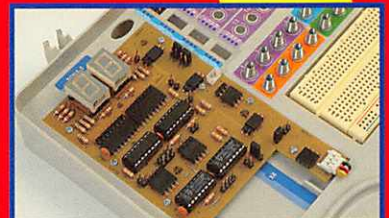
...e costruisci il tuo LABORATORIO DIGITALE

6,90 €

32

HARDWARE

DIGITALE DI BASE

MICROCONTROLLER

DIGITALE AVANZATO

TOTALMENTE PROGRAMMABILE!!!

9 771824 363008 41032

Peruzzo & C.

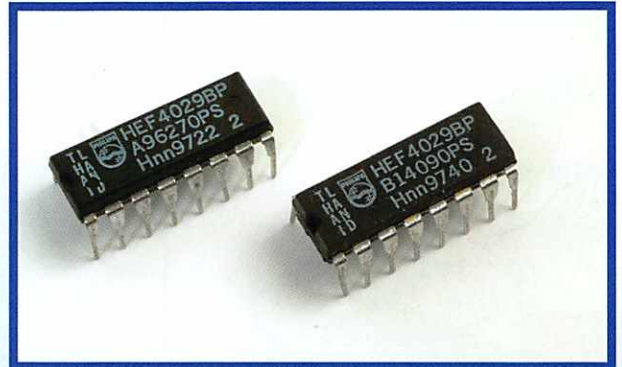
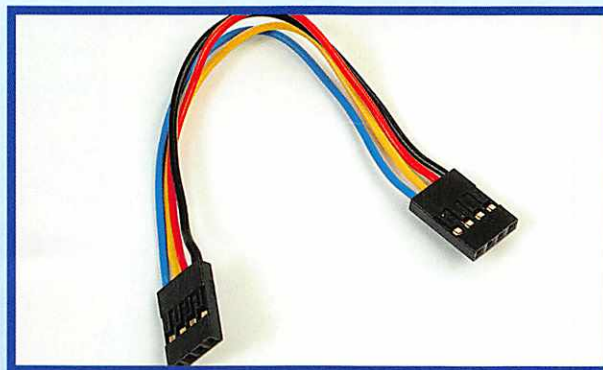
Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP S.n.c.
Pianificazione tecnica
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, Tel. 02/242021, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1738 del 26/05/2004. Spedizione in abbonamento postale gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963. Stampa: Grafiche Porpora s.r.l., Cernusco S/N (MI). Distribuzione SO.DI.P. S.p.A., Cinisello Balsamo (MI).

"ELETTRONICA DIGITALE" si compone di 70 fascicoli settimanali da suddividere in 2 raccoglitori.

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI. Per ulteriori informazioni, telefonare dal lunedì al venerdì ore 9.30-12.30 all'ufficio arretrati tel. 02/242021. Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione € 3,10 per pacco. Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di € 25,82 e non superiore a € 51,65, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a € 6,20. La spesa sarà di € 9,81 da € 51,65 a € 103,29; di € 12,39 da € 103,29 a € 154,94; di € 14,98 da € 154,94 a € 206,58; di € 16,53 da € 206,58 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di € 0,52, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera. IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

IN REGALO in questo fascicolo

2 Circuiti integrati 4029

IN REGALO nel prossimo fascicolo

1 4 fili con due connettori femmina a 4 vie

COME RACCOGLIERE E SUDDIVIDERE L'OPERA NELLE 4 SEZIONI

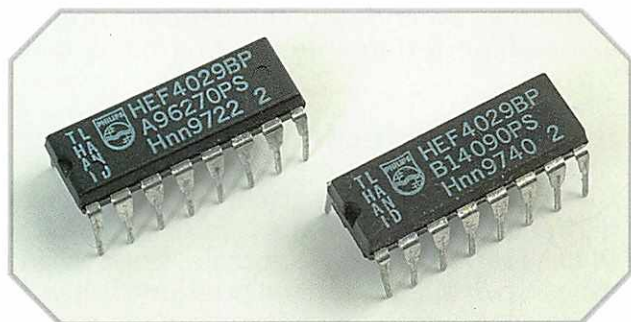
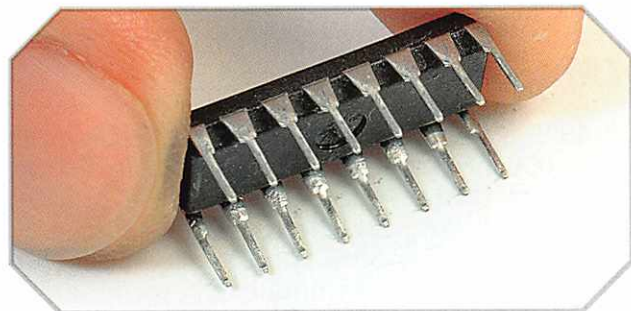
L'Opera è composta da 4 sezioni identificabili dalle fasce colorate, come indicato sotto. Le schede di ciascun fascicolo andranno suddivise nelle sezioni indicate e raccolte nell'apposito raccoglitore, che troverai presto in edicola. Per il momento, ti consigliamo di suddividere le sezioni in altrettante cartellette, in attesa di poterle collocare nel raccoglitore. A prima vista, alcuni numeri di pagina ti potranno sembrare ripetuti o sbagliati. Non è così: ciascuno fa parte di sezioni differenti e rispecchia l'ordine secondo cui raccogliere le schede.
Per eventuali domande di tipo tecnico scrivere al seguente indirizzo e-mail: elettronicadigitale@microrobots.it

Hardware Montaggio e prove del laboratorio

Digitale di base Esercizi con i circuiti digitali

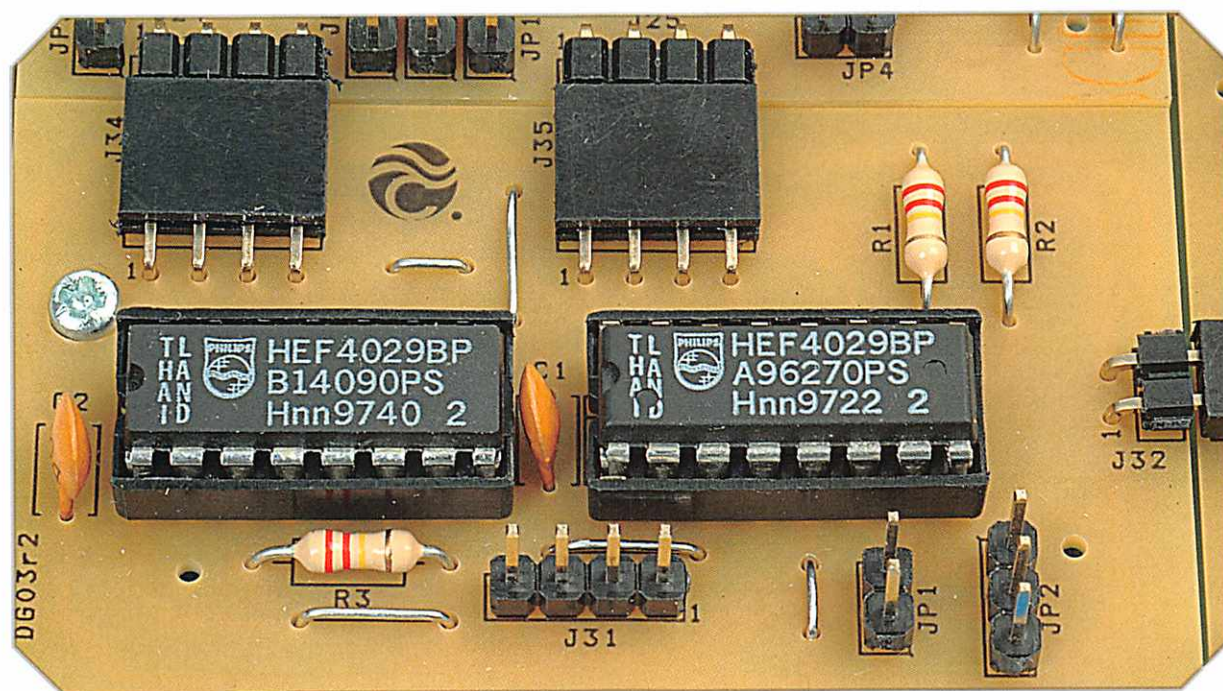
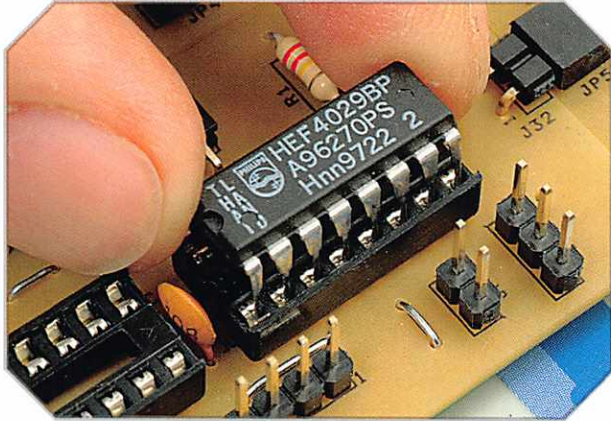
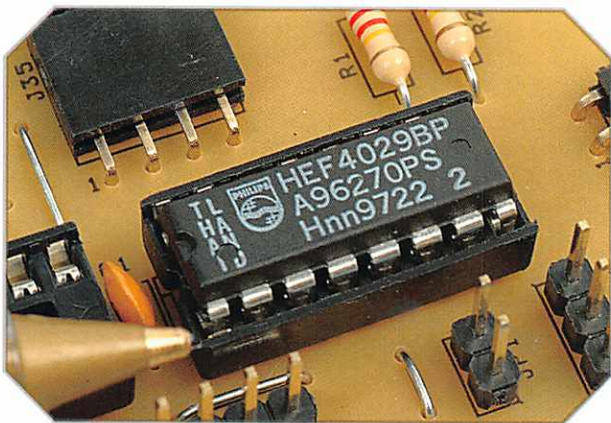
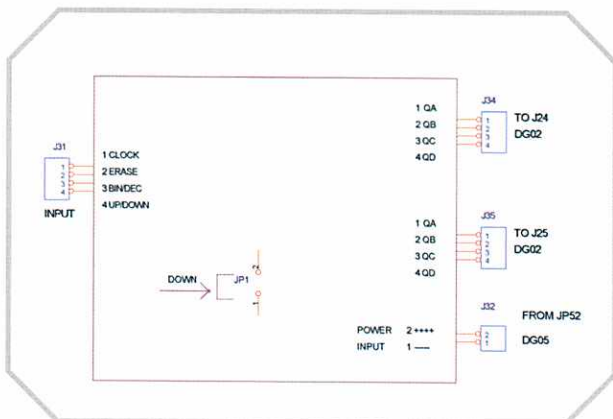
Digitale avanzato Esercizi con i circuiti sequenziali

Microcontroller Esercizi con i microcontroller

Schema dei contatori (III)

Componenti allegati a questo fascicolo.

I terminali si possono allineare appoggiandoli su una superficie dura.

Con questo fascicolo vengono forniti i due circuiti integrati contatori a quattro bit 4029 della famiglia CMOS. Con la loro installazione sulla scheda DG03 termina il montaggio della scheda dei contatori e con questa scheda, il contatore diventa completo e utilizzabile in diversi esperimenti. Il contatore completo è formato principalmente dalle schede DG01, DG02 e DG03.

Preparazione dei terminali

È possibile, nonostante le misure di protezione adottate che alcuni terminali del circuito integrato si siano piegati, pertanto se cercassimo di inserirlo direttamente sullo zoccolo avremmo qualche problema di collegamento, dato che si potrebbero piegare durante questa operazione. I terminali del circuito integrato si "pettinano" facilmente appoggiandoli su una superficie dura e piegandoli leg-

Scheda dei contatori completa.

Il circuito integrato deve essere inserito nello zoccolo.

Dettaglio dell'installazione del 4029, è indicata la posizione del terminale 1.

Scheda dei contatori, collegamenti.

germente, aprendoli o chiudendoli, sino ad allinearli perfettamente con i terminali dello zoccolo.

Inserzione degli integrati

È necessario anche fare attenzione che la tacca di riferimento sia nella stessa posizione indicata dalla serigrafia e dallo zoccolo. Dopo esserci assicurati di questo, faremo pressione sull'integrato poco a poco sino ad appoggiarlo per bene sullo zoccolo; dopodiché verificheremo che tutti i suoi terminali siano correttamente inseriti nei corrispondenti dello zoccolo. I due integrati devono rimanere ben montati e orientati nello stesso modo.

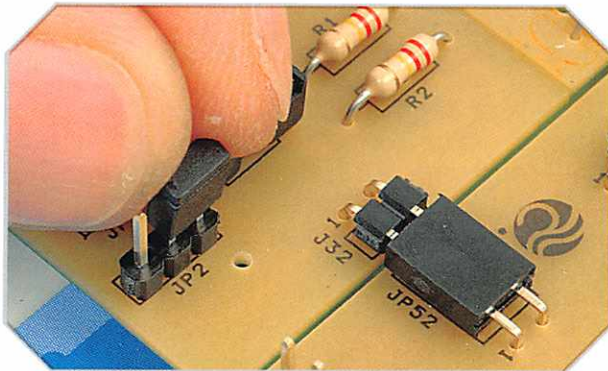
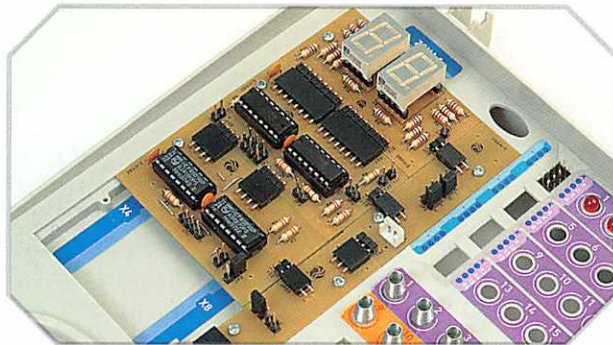
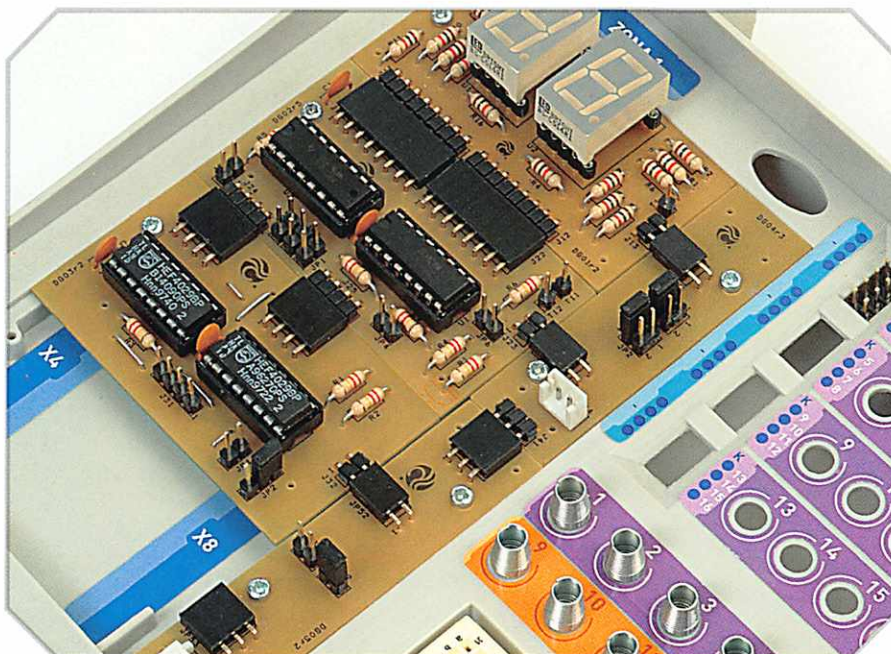
L'integrato

Il 4029 è un circuito integrato della famiglia dei 4000 molto versatile ed economico. Si tratta di un contatore a quattro bit, le quattro uscite dell'integrato che formano il codice binario, cambiano ogni volta che si applica un fronte di salita sul terminale CLK, terminale di clock, con il quale il circuito riceve l'ordine di passare al codice successivo cioè di incrementare il conteggio. Il modo in cui questo succede è semplice quanto inserire un fronte di salita, in altre parole, un cambiamento da livello basso '0' a livello alto '1'.

Il livello del terminale 9 determina se il conteggio avviene in binario – livello alto – in questo caso il conteggio varierà fra 0000 e 1111, o se si trova a livello basso, il conteggio si realizza in decimale, e in questo caso da 0000 a 1001.

L'integrato si può collegare in cascata con altri contatori in modo che si possa incrementare il conteggio oltre il valore 1111=15, a questo scopo utilizzeremo i segnali di riporto CI e CO, rispettivamente terminali 5 e 7. Questi segnali si utilizzano anche in decimale, ma in questo caso dopo il valore 1001 si passa allo 0000. Il terminale 1 è di cancellazione o reset.

Ponticelli di configurazione

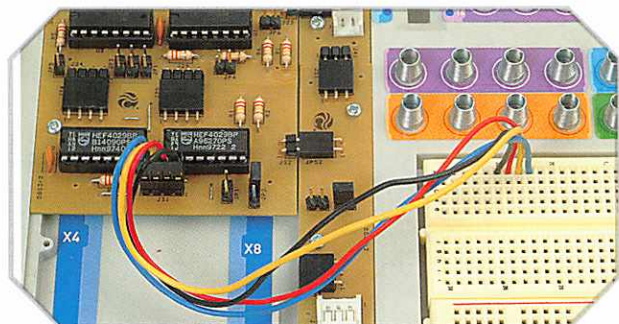
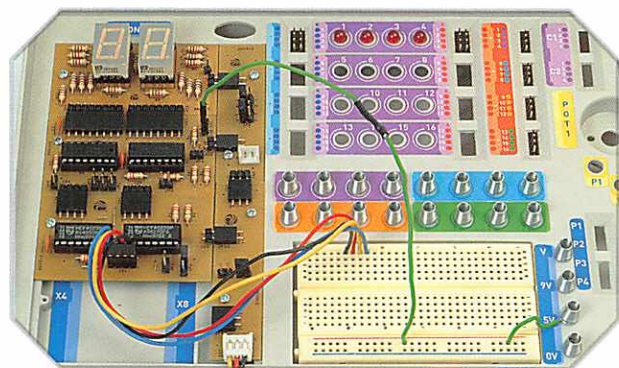
Per far funzionare il contatore in modo normale, non è necessario collocare alcun ponticello sulla scheda DG02, invece sulla DG03 bisogna montare JP2 come indicato nelle fotografie, per fare in modo che il riporto passi dalle unità alle decine, così ad esempio, dopo il 29 si passa al 30.

Per fare in modo che si produca il riporto del contatore di unità a quello delle decine, bisogna collocare questo ponticello come mostra la figura.

Ponticelli di alimentazione configurati per 5 V.

Collegamento dell'alimentazione

Il contatore riceve alimentazione tramite i seguenti connettori: J13, della scheda DG01, J23 della DG02 e J32 della DG03. Per fare in modo che il connettore riceva alimentazione positiva da 5 V deve essere inserito il ponticello JP1 della scheda DG04 sulla posizione 1-2, però questo è necessario solamente se si prende l'alimentazione dal terminale T1 di DG01, se non si utilizza questa presa, non è necessario collocare questo ponticello. Per alimentare il connettore J23 di DG02 con 5 V il ponticello JP2 di DG04 deve essere collocato nella posizione 1-2, infine bisogna anche collegare un ponticello su JP1 di DG05 che permette il passaggio dell'alimentazione da 9 V al connettore J32 di DG03.

Per i 9 V, il ponticello di JP2 di DG04 deve essere in posizione 3-4 e il ponticello di DG05 collegato su JP2.

Revisione

Prima di collegare l'alimentazione bisogna verificare tutto il lavoro svolto, accertandosi che la scheda sia ben collegata e che ogni integrato occupi il suo posto e sia orientato correttamente, poi monteremo i ponticelli dell'alimentazione e verificheremo lo stato delle pile. Bisogna assicurarsi che non ci sia alcun ponticello montato sulla scheda DG02. Verificate inoltre che le schede DG02 e DG01 abbiano gli integrati e i display correttamente inseriti.

Configurazione dei ponticelli per 9 V.

Gli ingressi degli impulsi e quelli di controllo sono raggruppati su un connettore a 4 vie.

I punti dei display si controllano tramite i terminali T11 o T12 di DG02.

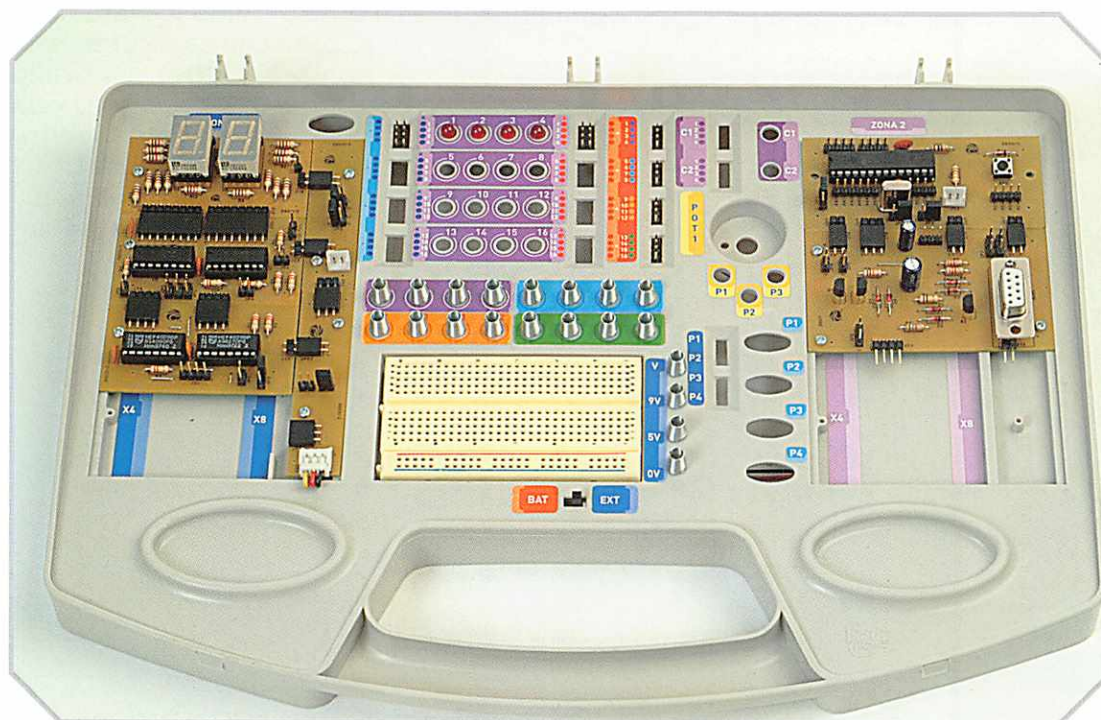
Collegamento alla scheda Bread Board

Gli ingressi degli impulsi e i controlli sono raggruppati su un connettore a 4 vie che ne facilita il collegamento tramite un cavo alla scheda Bread Board. A parte l'ingresso degli impulsi gli altri hanno resistenze di pull-down, il 2 e il 3, mentre l'ingresso 4 ha una resistenza di pull-up, quindi essendo così protetti, in caso di necessità si possono lasciare senza collegamento sul connettore J31.

Punti del display

I punti del display si controllano tramite i terminali T11 o T12 di DG02, applicando la tensione positiva di alimentazione, direttamente oppure fornita da un altro circuito.

Risparmio di energia

Quando si utilizza l'alimentazione da 5 V o da 9 V non è necessario il contatore, si devono togliere i ponticelli delle schede DG04 e DG05, per evitare un inutile consumo di energia, anche se il consumo dei circuiti integrati della famiglia 4000 in tecnologia CMOS è ridotto, comunque è sufficientemente importante per un'alimentazione a pile.

Laboratorio con la scheda DG03 installata.

Resistenze di pull-up

***B**isogna scegliere con molta attenzione i valori per le resistenze di pull-up e di pull-down.*

L'idea

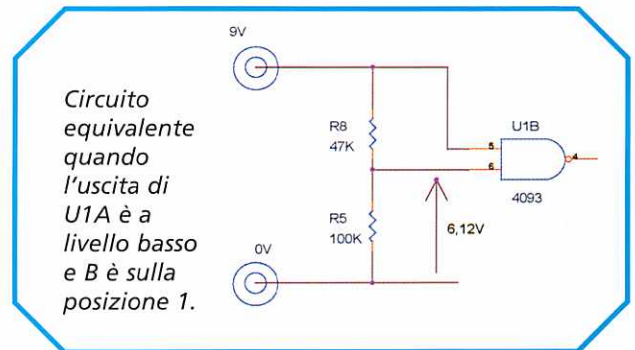
Studieremo il problema con un semplice esercizio in cui utilizzeremo delle resistenze di pull-up; si potrebbe fare la stessa cosa con delle resistenze di pull-down.

L'utilizzo di circuiti a consumo molto basso con porte ad alta impedenza, come sono quelle dei circuiti integrati della serie 4000 della famiglia CMOS, può portare a commettere alcuni errori nel progetto dei circuiti.

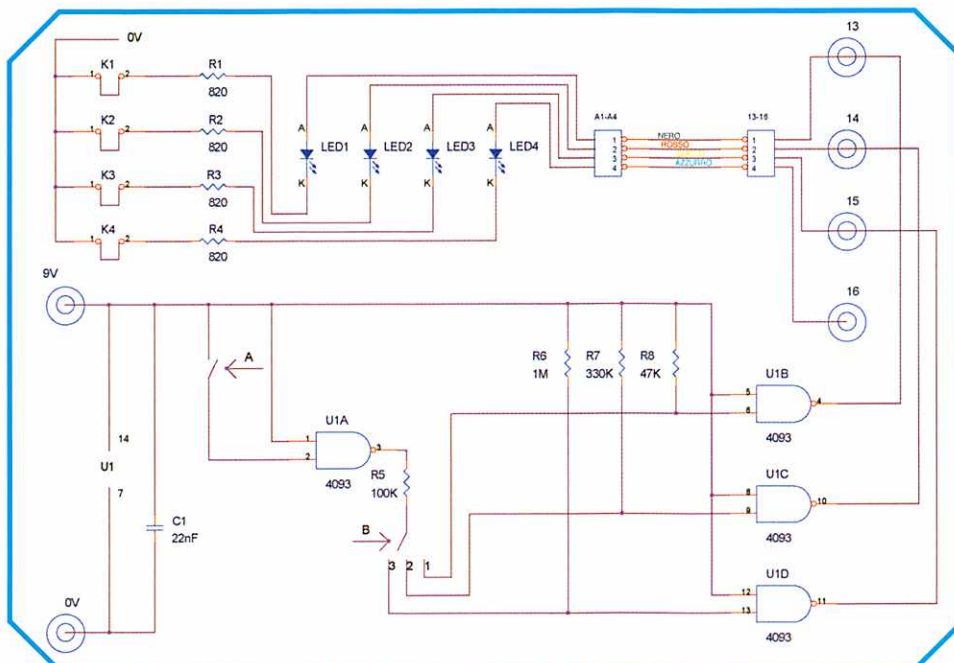
Bisogna realizzare il progetto in modo da essere sicuri che in ogni momento sia applicato il livello logico corretto, zero o uno che sia, all'ingresso di ogni porta. È necessario evitare di lasciare dei livelli di tensione indeterminati agli ingressi delle porte, in altre parole: valori intermedi di tensione che non garantiscono né lo zero né l'uno.

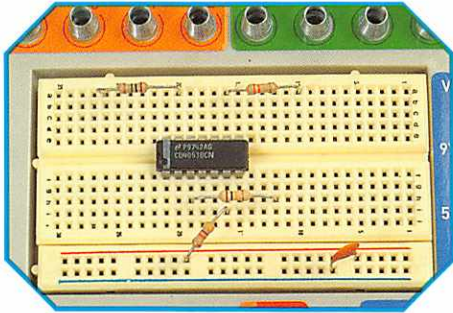
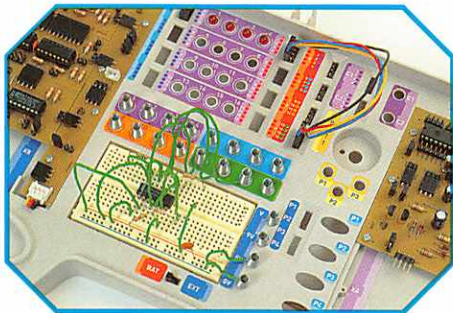
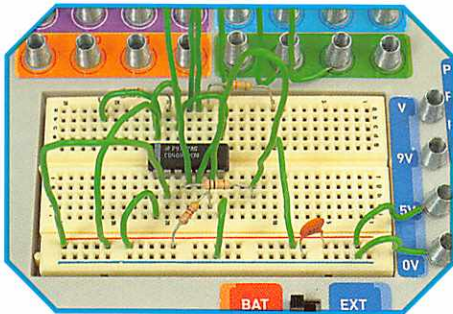
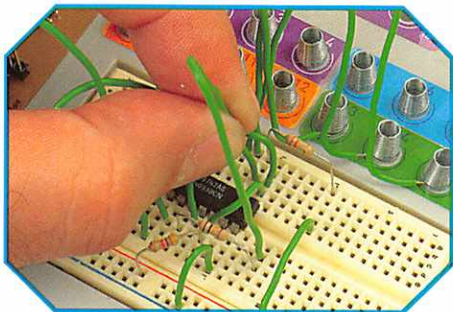
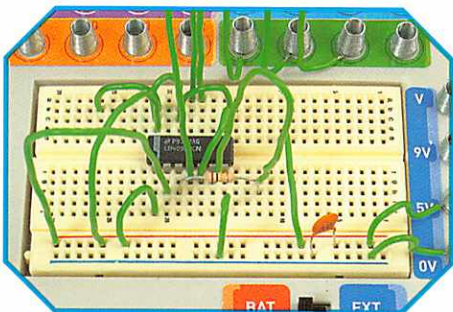
Il circuito

Se osserviamo lo schema vediamo che si tratta di un circuito semplice, ma con alcuni problemi di funzionamento.

Circuito equivalente quando l'uscita di U1A è a livello basso e B è sulla posizione 1.

La porta U1A ha uno dei suoi ingressi collegato al positivo dell'alimentazione; in questo modo è garantito un livello uno costante. Il collegamento A, all'inizio è aperto, e quando si chiude si applica un uno al terminale 2, ingresso di una porta NAND. Quando i due ingressi di questa porta sono a uno l'uscita sarà a zero.

Notiamo subito qualcosa di strano: non bisogna mai lasciare un collegamento in aria, dato che il livello di questo ingresso, a causa semplicemente dell'effetto antenna che fa il filo di collegamento, può essere uno oppure zero, o cambiare in base a quello che capta il filo. Sa-

Schema elettrico dell'esperimento.

LISTA DEI COMPONENTI

- U1 Circuito integrato 4093
- R5 Resistenza 100 K (marrone, nero, giallo)
- R6 Resistenza 1 M (marrone, nero, verde)
- R7 Resistenza 330 K (arancio, arancio, giallo)
- R8 Resistenza 47 K (giallo, viola, arancio)
- C1 Condensatore 22 nF

Componenti sulla scheda.

Aspetto del cablaggio del circuito.

Con il collegamento B sulla posizione 1, il LED 1 non si illumina.

Con B sulla posizione 2 il LED 2 si illumina.

Togliendo le resistenze R6, R7, R8, il LED si accende con qualsiasi posizione di B.

rebbe consigliabile risolvere il problema collegando fra il terminale 2 dell'integrato e il negativo dell'alimentazione, una resistenza di valore alto, per esempio 1 M, per assicurare uno zero su questo ingresso, sino a quando non si realizza il collegamento A, in quel momento l'ingresso passa a valore logico uno.

Vediamo l'altra parte del circuito, dove ci sono tre porte collegate in modo che all'uscita di ognuna di esse ci sia un diodo LED, per verificare il livello della stessa. Quando è uno si illumina il LED. Un ingresso della porta è collegato al positivo dell'alimentazione, cioè a uno, e l'altro anche, attraverso una resistenza di pull-up. Di conseguenza stiamo applicando un uno a ogni ingresso, l'uscita di ogni porta è zero e tre LED sono spenti, sino a quando il collegamento B è aperto. Il principio del progetto appare corretto e le resistenze di pull-up garantiscono un uno sull'ingresso di ogni porta.

L'esperimento

Colleghiamo la resistenza R5 all'ingresso della porta U1D, terminale 13 dell'integrato; quando eseguiamo il collegamento A, il LED 3 si illumina.

Ripetiamo la prova spostando il collegamento B su 2, cioè il terminale 9 dell'integrato. Vedremo che in questo caso il LED 2 si illuminerà, infine portiamo il collegamento sul terminale indicato come 1, e colleghiamo A come nei casi precedenti. L'uscita della porta U1A è uno zero, e cerchiamo di far arrivare questo zero tramite la resistenza R5 da 100 K all'ingresso della porta U1B, però il valore più basso della resistenza R8 da 47 K non permette alla tensione di scendere fino a un livello sufficiente perché sia considerata come uno zero. Osservando il circuito equivalente vediamo che si tratta di un partitore di tensione, quindi stiamo applicando all'incirca 6,12 volt, e verifichiamo con l'esperimento che non funziona.

Se togliamo le resistenze R6, R7 e R8 il circuito funziona sempre, anche se in questo caso la soluzione al problema sarebbe, ad esempio, utilizzare per R8 un valore di 1 M.

Montaggio

Il montaggio di questo esperimento si realizza come d'abitudine e si può alimentare a 5 V o a 9 V.

Prova del contatore a due digit

***I** due contatori che abbiamo a disposizione contano gli impulsi, quindi è evidente che per la loro prova abbiamo bisogno di un circuito che generi degli impulsi.*

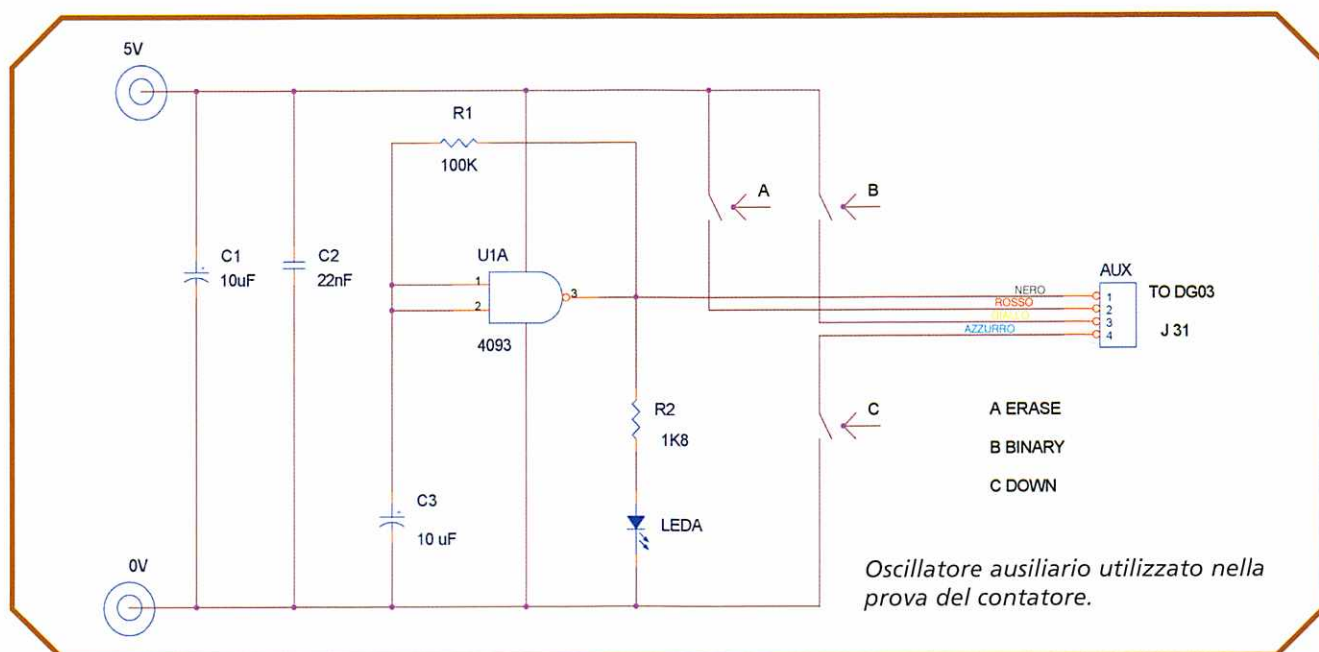
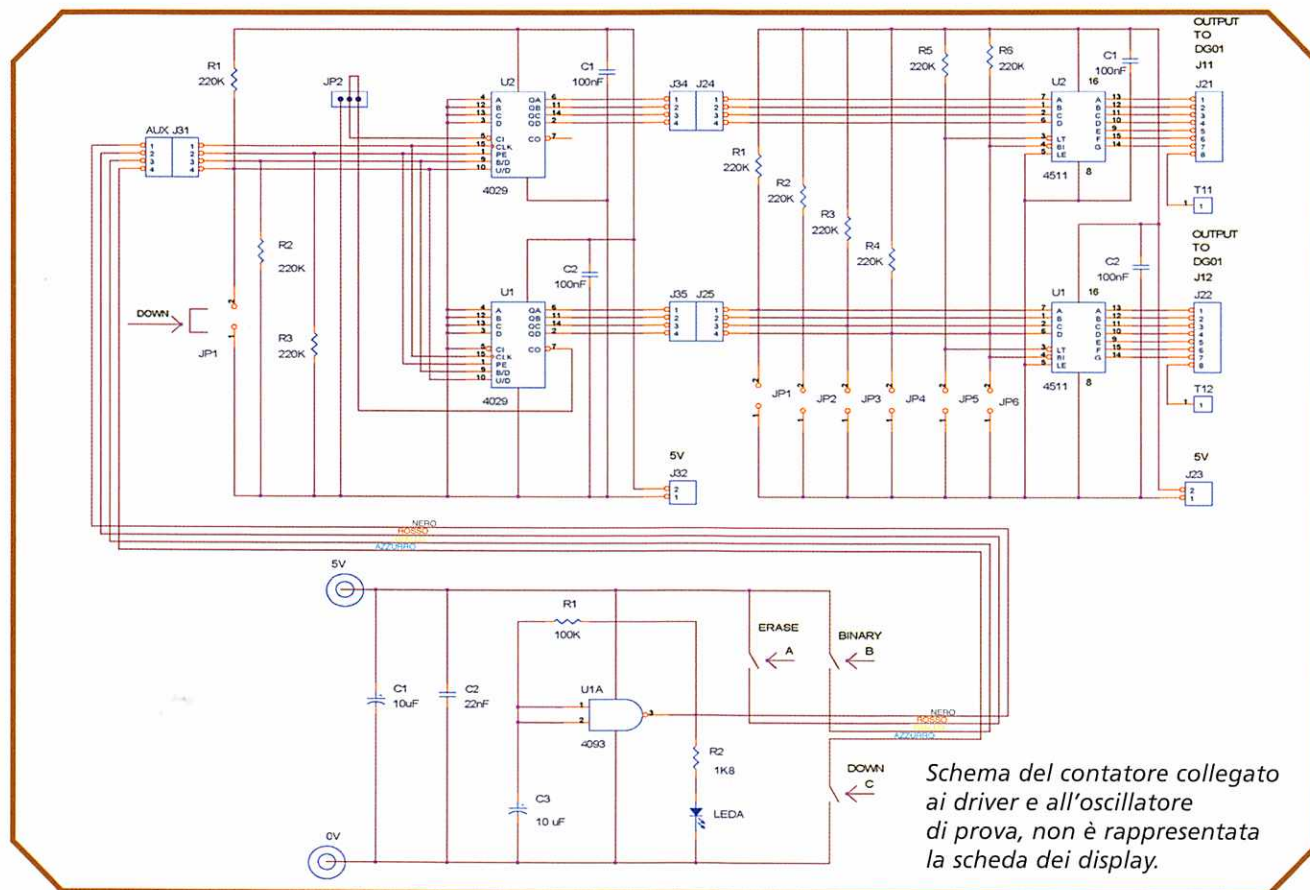
Il circuito

L'obiettivo di questo esperimento è verificare il funzionamento del contatore a due digit montato nella zona 1 del laboratorio, questo contatore è già installato e rimane montato in modo permanente, questo facilita la sua rapida disponibilità per la realizzazione di esercizi futuri dove sia necessario utilizzare un contatore.

Esistono molti modi di provare un contatore, ma uno dei migliori è l'utilizzo di un generatore d'impulsi, la cui uscita venga utilizzata per eccitare l'ingresso di clock del contatore. Per fare in modo che sia possibile visualizzare il conteggio, la frequenza del clock deve essere molto bassa.

Le schede DG01, DG02 e DG03 formano un contatore a due digit.

Il generatore di impulsi

Il generatore di impulsi è molto semplice, utilizza una porta del circuito integrato 4093, una resistenza R1 da 100 K e un condensatore da 10 μF, l'uscita si prende dall'uscita della porta U1A, che corrisponde al terminale 3 del circuito integrato. La resistenza R2 limita la corrente che circola sul LED, e quest'ultimo è utilizzato per verificare che l'oscillatore funzioni. I condensatori C1 e C2 filtrano l'alimentazione.

Oscillatore ausiliario utilizzato nella prova del contatore.

Schema del contatore collegato ai driver e all'oscillatore di prova, non è rappresentata la scheda dei display.

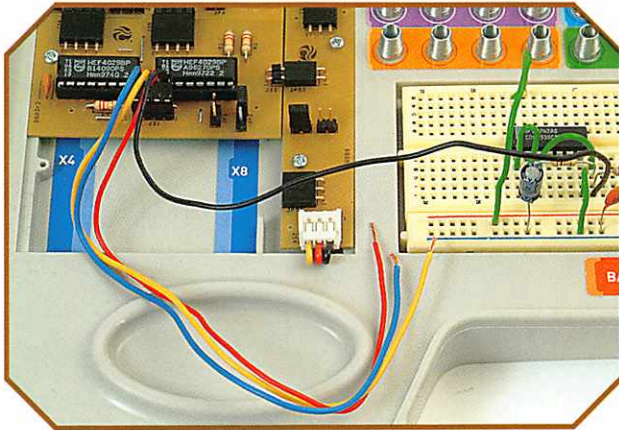
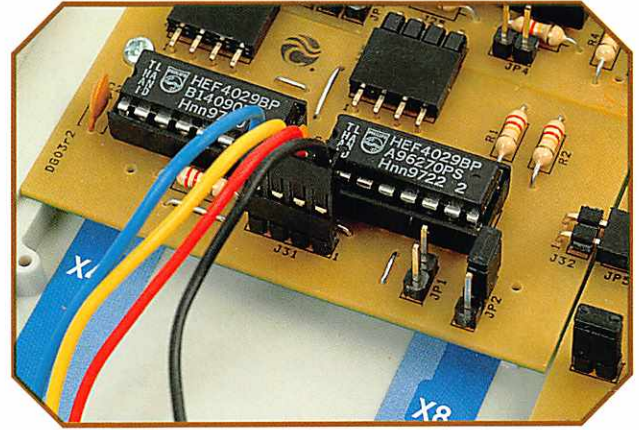
Montaggio

Prima di iniziare il montaggio è necessario verificare che l'alimentazione sia scollegata, riguardo a questo vi consigliamo di lasciare per ultimo il collegamento del positivo dell'alimentazione della scheda Bread Board. Per scollegare l'alimentazione del contatore è sufficiente togliere tutti i ponticelli delle schede DG04 e DG05. Dato che il contatore è già disponibile è sufficiente montare i componenti del generatore degli impulsi sulla scheda Bread Board e realizzare il cablaggio facendo particolare attenzione al montaggio del circuito integrato, alla polarità dei condensatori elettrolitici e a quella del diodo LED.

I collegamenti al contatore si realizzano con un cavo a quattro fili, terminato su un connettore nero a quattro vie, che si collega direttamente al connettore J31 della scheda DG03, facendo attenzione a collegare il filo nero sul terminale 1. Non deve essere collegato nessun ponticello sulla scheda DG01 e DG02, sulla scheda DG03 invece deve essere collocato JP2 in posizione normale, si può verificare la corretta posizione dalle fotografie.

L'oscillatore si monta sulla scheda Bread Board.

Alimentazione

Sia il generatore di impulsi che il contatore, possono funzionare a 5 V oppure a 9 V, però per fare in modo che i livelli di uscita del generatore di impulsi siano compatibili con gli in-

Dettaglio dei collegamenti con il cavetto fra J31 di DG03 e la scheda Bread Board.

Sul connettore J31, il filo nero si collega al pin numero 1.

gressi del contatore, entrambi i circuiti dovranno essere alimentati alla stessa tensione.

La tensione di alimentazione del contatore è selezionata con i ponticelli delle schede DG04 e DG05. Per 5 V i ponticelli della scheda DG04 devono essere nella posizione 1-2, mentre sulla DG05 il ponticello deve essere collocato su JP1.

Per alimentare a 9 V i ponticelli della scheda DG04 devono essere sulla posizione 3-4, mentre sulla DG05 il ponticello deve essere su JP2.

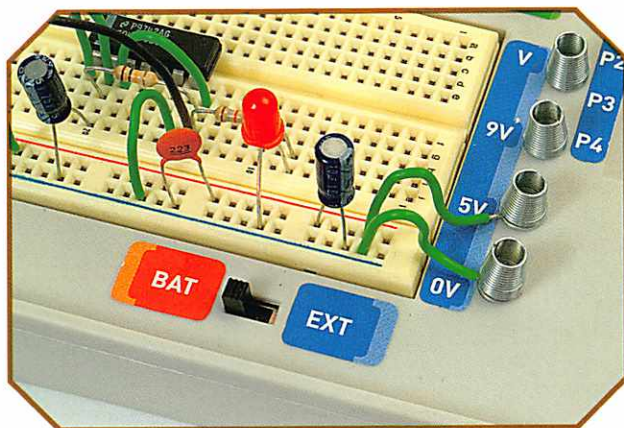
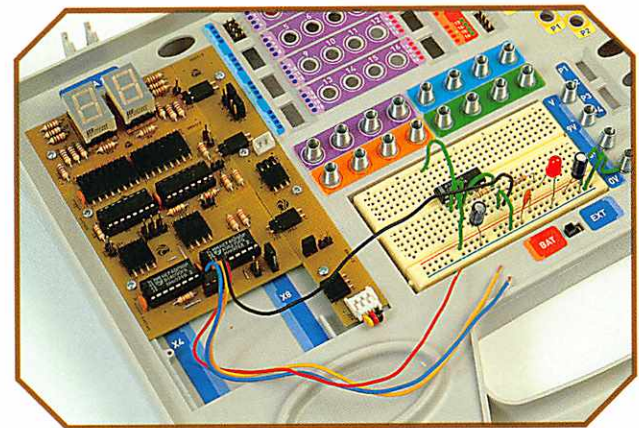
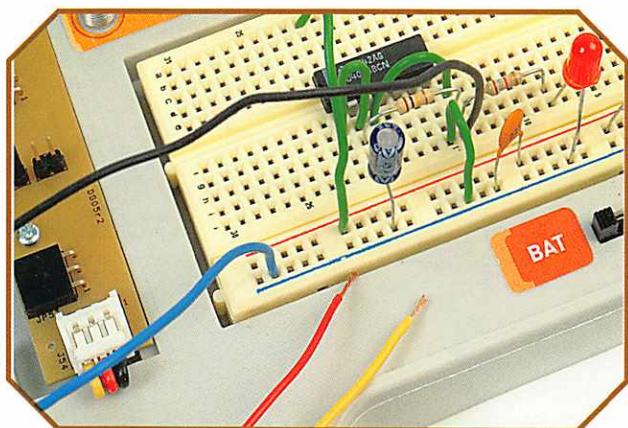
Per quanto riguarda l'oscillatore si utilizzano le molle di alimentazione da 5 V oppure da 9 V, senza dimenticare di collegare il negativo dell'alimentazione a 0 V.

Prova

Dopo aver realizzato il montaggio in modo corretto è sufficiente collegare l'alimentazione, tutti i circuiti alla stessa tensione, e il filo nero del cavetto al terminale 3 del circuito integrato, lasciando i tre fili rimanenti scollegati.

Il contatore deve iniziare il conteggio con i numeri naturali e in avanti. La resistenza del generatore di impulsi R1 si può aumentare di valore per fare in modo che il contatore vada più lentamente, o viceversa.

Contatore decrescente

Con il contatore in funzionamento, se eseguiamo il collegamento indicato sullo schema come C, cioè se colleghiamo il negativo dell'alimentazione sul filo azzurro, il contatore conterà in senso discendente, per tutto il tempo in cui questo filo sarà collegato. Possiamo anche eseguire questo collegamento utilizzan-

Collegamento dell'alimentazione a 5 V, commutatore su BAT durante la prova.

A, B e C si possono lasciare volanti, il contatore deve contare in avanti.

Collegando C, il contatore conta in senso decrescente.

È sufficiente collegare A per azzerare il contatore.

do un ponticello sul connettore JP1 della scheda dei contatori DG03.

Impostazione a zero

Quando si collega per un istante il filo rosso al positivo, il contatore si cancella e inizia nuovamente a contare da zero.

Conteggio in binario

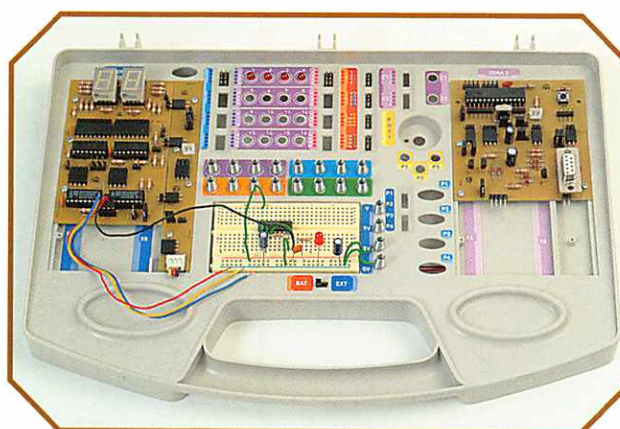
Per eseguire questa prova bisogna scollegare C e collegare per un momento A e B. Il contatore avanza e dopo il 9 la cifra delle unità si spegne. Questo avviene perché, pur avendo a disposizione un contatore a quattro bit in grado di contare fino a 15, se le sue uscite sono collegate a un driver che non riconosce le combinazioni dal 10 al 15, e lo zero arriva solo dopo il 15 e con lo zero il riporto che passa all'altro contatore e fa avanzare la cifra delle decine di una unità, è facile dedurre che bisogna scollegare il cavo affinché il contatore possa contare correttamente in modo decimale.

Ponticello JP2

Se togliamo il ponticello e lo mettiamo nell'altra posizione i due contatori avanzeranno in modo simultaneo e la visualizzazione del conteggio sarà 00, 11, 22, 33, 44, ecc.

LISTA DEI COMPONENTI

U1	Circuito integrato 4093
R1	Resistenza 100 K (marrone, nero, giallo)
R2	Resistenza 1K8 (marrone, grigio, rosso)
C1, C3	Condensatore 10 µF elettrolitico
C2	Condensatore 22 nF
LED A	Diodo LED rosso 5 mm

Collegando B il conteggio è eseguito in binario e la visualizzazione dei numeri sul display è alterata.

Vista del laboratorio con l'esperimento completo realizzato.

IC-PROG: leggere e salvare

Abbiamo visto il software IC-PROG; ora faremo un po' di pratica con alcuni esempi molto semplici. Affineremo le nostre conoscenze esercitandoci con un esempio reale in cui utilizzeremo le opzioni più comuni del programma. Per poter realizzare gli esempi presentati qui di seguito, sarà necessario disporre del cavo di collegamento e del laboratorio.

Vediamo ora la procedura di lettura del programma che si trova scritto sul microprocessore.

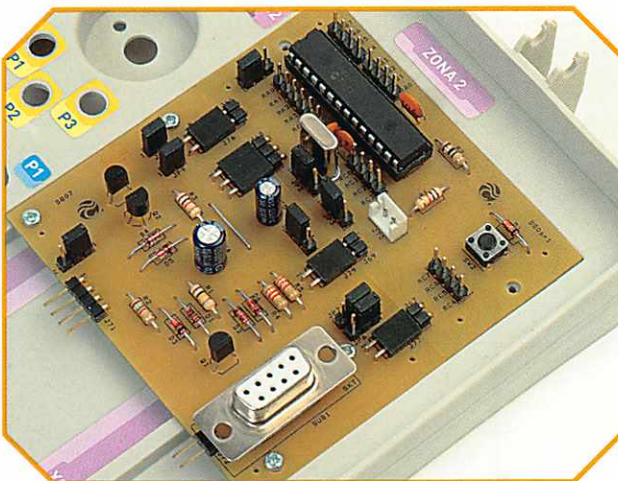
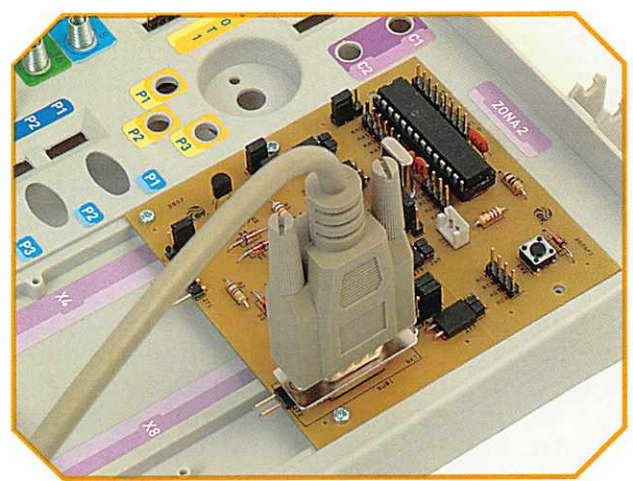
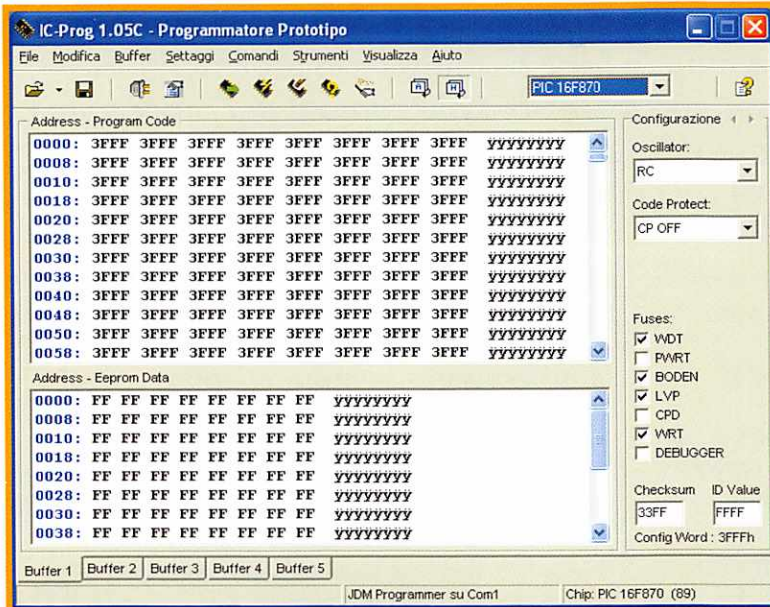
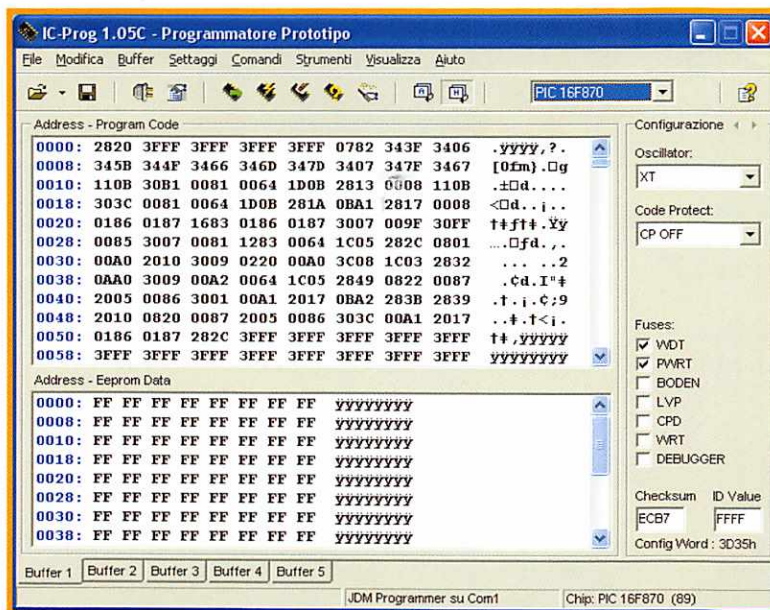
Configurazione dell'hardware

Dobbiamo collocare il PIC nel suo zoccolo all'interno del laboratorio, se non era già stato montato, e configurare i ponticelli per eseguire la lettura.

Per primi configureremo i ponticelli che si trovano sulla scheda DG06 contenente il PIC. JP1 discrimina tra i due possibili ingressi al pin 1 del PIC, quello di reset, JP2 sceglie tra i diversi collegamenti della massa e JP3 tra le diverse prese di alimentazione. Quando lavoriamo con la porta seriale del computer, è la porta stessa che ha sui terminali una tensione di riferimento che viene utilizzata per alimentare il circuito. Queste tensioni arrivano ai ponticelli citati in precedenza e, attraverso questi, selezioneremo il tipo di alimentazione per il PIC. Per utilizzare l'alimentazione che arriva dal cavo del PC i ponticelli dovranno essere situati sui terminali 1 e 2 di JP1, JP2 e JP3.

La scheda di scrittura (DG07) dispone anche di 4 ponticelli che vi verranno spiegati più avanti e che si utilizzano per lavorare con le schede SmartCard, quindi è indifferente la configurazione che hanno (JP4, JP5, JP6 e JP7). Sarà necessario impostare i ponticelli JP8 e JP9, dato che ci permettono di accedere al PIC tramite i terminali RB6 e RB7.

Ora colleghiamo il cavo alla porta seriale del computer, assicurandoci di collegarlo alla

Colleghiamo il cavo al computer.

Configurazione dei ponticelli del laboratorio.

L'altra estremità del cavo si collega al laboratorio.

Videata iniziale del programma, in cui potremo verificare le opzioni configurate.

Aspetto di IC-PROG dopo aver terminato il processo di lettura.

porta che abbiamo configurato su IC-PROG (normalmente la COM1). La porta seriale del computer è un connettore DB9 maschio, quindi l'estremo del cavo da collegare sarà quello che ha un connettore DB9 femmina. Fatto questo, dobbiamo collegare l'altro estremo del cavo al laboratorio, come possiamo vedere nella figura.

Configurazione del software

Se abbiamo eseguito correttamente i passaggi precedenti, possiamo far partire il software di scrittura. Verifichiamo che sulla linea inferiore del programma si trovino selezionati sia il PIC16F870 che il programmatore e la porta di comunicazione su cui abbiamo collegato il cavo (JDM Programmer su COM1). Questa linea è puramente informativa, dato che se abbiamo bisogno di cambiare qualche parametro dobbiamo accedere al menù come abbiamo visto nel fascicolo precedente.

Se selezioniamo l'opzione Leggi tutto della barra degli strumenti, premendo F8, o sul menù Comandi, sarà come dire al programma di andare a leggere sul microcontroller il programma che si trova scritto all'interno. Il software provvederà a leggere il dispositivo indicando, mediante una barra di stato, come avanza il processo di lettura. Nella figura possiamo vedere la finestra che indica lo stato di questo processo.

Risultato del processo di lettura

Quando termina il processo di lettura vedremo che la finestra contenente il codice del programma varia alcuni valori e otterremo, come risultato, una videata simile a quella

Chip: PIC 16F870

Lettura Code (2048) Bytes

Annulla

Il software sta leggendo il microcontroller.

Possiamo vedere il contenuto del PIC in linguaggio assembler.

```
Uscita:     movf    Numero,W        ;Acquisisce il numero casuale
            movwf   PORTC           ;Porta il numero casuale in binario sui LED
            call    Tabella         ;Lo converte in 7 segmenti
            movwf   PORTB           ;Uscita sul display
            movlw   d'60'
            movwf   Delay_Cont      ;Inizializza variabile di temporizzazione
            call    Delay_var       ;Temporizza 3"
            clrf    PORTB           ;Scollega l'uscita
            clrf    PORTC           ;Scollega l'uscita sui LED
            goto    Loop
```

```
Label_0008  MOVF    0x20    , W
            MOVWF   0x07
            CALL    Label_0009
            MOVWF   PORTB
            MOVLW   0x3C
            MOVWF   0x21
            CALL    Label_0004
            CLRF    PORTB
            CLRF    0x07
            GOTO    Label_0005
```

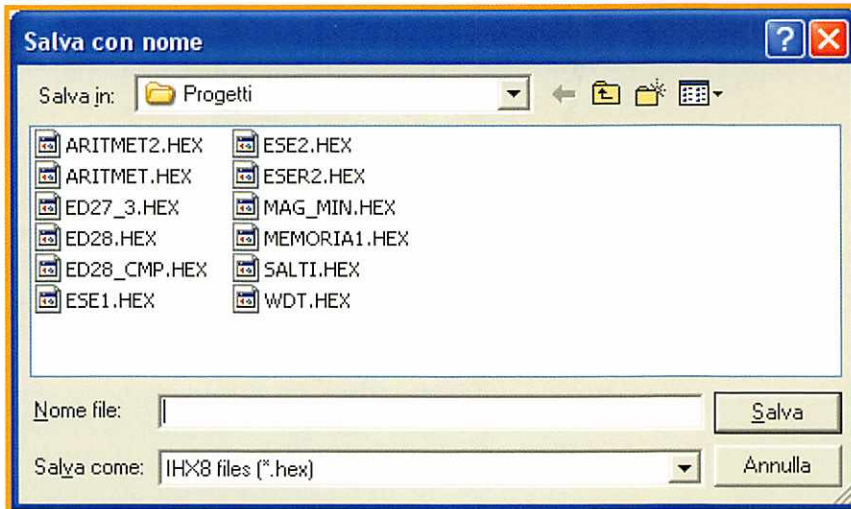
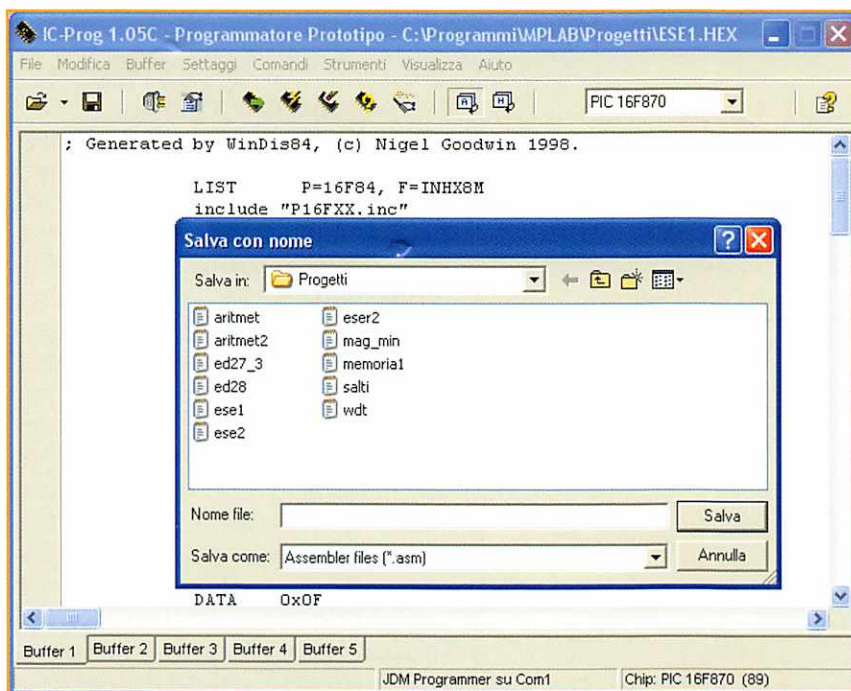
Differenze da codice
creato dal programmatore e quello recuperato leggendo il PIC.

presentata nella figura della pagina precedente.

Apparentemente non abbiamo ottenuto nulla che ci possa servire per sapere se ciò che è stato letto nel PIC corrisponde al programma che era scritto, dato che vediamo solamente una serie di numeri e lettere che non sappiamo identificare. Quella che abbiamo davanti a noi è una rappresentazione in esadecimale del contenuto degli indirizzi di memoria del programma del microcontroller. Visto che i dati sono rappresentati in esadecimale non potremo capire il programma, però questo semplice software presenta l'opzione di poter vedere gli stessi dati codificati in linguaggio assembler. Per poter vedere il contenuto del chip in linguaggio assembler possiamo accedere al menù Vedi, o selezionare il pulsante della barra degli strumenti con la lettera "A".

La videata di IC-PROG cambierà stato e ci presenterà il codice in linguaggio assembler, come mostrato dalla figura.

Spostandoci sul programma potremo identificare le istruzioni, però noteremo anche le molte differenze rispetto al programma che sappiamo di aver caricato sul PIC. Per prima cosa vediamo che sul programma letto non esistono commenti. I commenti sono un riferimento per il programmatore, in quanto lo aiuteranno a capire il codice se avrà bisogno di lavorare nuovamente con esso in futuro, però non vengono tradotti in codice macchina, perché non si scrivono sul microcontroller. Noteremo anche che i nomi delle variabili e delle etichette non appaiono dalla lettura del dispositivo, in quanto i dati sono elaborati in formato esadecimale e per le etichette viene utilizzata una numerazione propria. Troveremo anche altre differenze, ma non sono significative per la comprensione del programma.

Nella figura della pagina precedente possiamo vedere un esempio delle differenze tra una parte del codice creato per il programmatore e scritto sul PIC (superiore) e la stessa parte di codice letta direttamente sul microcontroller.

Finestra che appare quando scegliamo di selezionare il programma con la rappresentazione in esadecimale.

Finestra per salvare il programma in assembler.

Salvare il programma

IC-PROG ci permette di salvare il programma letto sul microcontroller grazie al quale si possono recuperare o copiare programmi per lavorare successivamente con essi. Per poter utilizzare questa interessante opzione dobbiamo accedere al menù File e selezionare "Salva con nome", o cliccare sul pulsante con il simbolo di un dischetto che si trova sulla barra degli strumenti.

Ci sono due modi per salvare il programma letto: in codice esadecimale o in assembler. Se selezioniamo l'opzione di salvare quando sulla videata del programma abbiamo la rappresentazione in esadecimale, ci apparirà la finestra che vediamo nella figura. In questa finestra dobbiamo inserire la posizione dove vogliamo salvare il file (è consigliabile che sia quella creata per salvare tutti i nostri progetti) e il nome che vogliamo assegnare a esso. Possiamo vedere che l'estensione del file che stiamo salvando è predeterminata come ".hex", ovvero salveremo il file in codice macchina. Un file con questa estensione non è interpretabile da un programmatore ma è adatto a essere scritto su un altro chip.

Se selezioniamo la presentazione in assembler vista in precedenza, e selezioniamo l'opzione salva, la videata che apparirà è quella mostrata nella figura in basso.

Questa finestra è simile alla precedente con la differenza che ora il file ha un'estensione predeterminata ".asm". Il file verrà salvato in codice assembler e il programmatore potrà, quindi, aprirlo con qualsiasi editor di testo, studiarlo o modificarlo. Per tornare a scrivere il programma sul chip sarà necessario assemblarlo per ottenere il file in codice macchina.